

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ **О.В. Гондляр**

« _____ » _____ 2019

р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 6.050503 - Машинобудування (6.050502 - Інженерна механіка)
на тему: Агрегат гранулюючий з модернізацією екструдера

Виконав (-ла) студент (-ка) 4-го курсу, групи ЛП-51(1)
(шифр групи)

Берук Дарина Юріївна _____ (підпис)
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник к.т.н. доц. Сідоров Д. Е. _____ (підпис)
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Консультанти з розділів:

ОХОРОНА ПРАЦІ _____ доц. к.т.н. Ковтун І.М.

МОДЕРНІЗАЦІЯ _____ доц. Щербина В.Ю.

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ _____ ст. вик. Борщик С.О.

РЕЦЕНЗЕНТ _____ (підпис)
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____ (підпис)

Київ 2019 рік

3. Вихідні дані до проекту _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ТБ та ОП	доц. Ковтун І.М.		
Модернізація	д.т.н., проф.. Щербина В.Ю.		
Тех. маш.	ст.викл. Борщик С.О.		

7. Дата видачі завдання:

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Отримання завдання для дипломного проекту.		
2.	Проходження переддипломної практики.		
3.	Здійснення пошуку патентів. Виконання кінематичних та параметричних розрахунків.		
4.	Обґрунтування модернізації.		
5.	Підготовка розділу «Пояснювальна записка»		
6.	Виконання розрахунків.		
7.	Підготовка розділу «Розрахунки»		
8.	Підготовка розділу «Технологія виготовлення деталі і монтажу вузла»		
9.	Робота над кресленнями в CAD-системах .		
10.	Захист дипломного проекту		

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

(ініціали, прізвище)

ЗМІСТ

Реферат (українська мова).....	1
Реферат (іноземна мова).....	1
Реферат (російська мова).....	1
Перелік умовних позначень	1
Пояснювальна записка.....	29
Розділ «Розрахунки»	17
Розділ «Технологія машинобудування»	20
Додаток А. Специфікація	4
Додаток Б. Публікації за темою дипломного проекту	1

Реферат

Дипломний проект бакалавра на тему: «Агрегат гранулюючий з модернізацією екструдера». Виконавець – студентка групи ЛП-51 Берук Д.Ю., керівник – доц. к.т.н Сідоров Д.Е.

Дипломний проект (ДП) містить текстову і графічну частини. Текстова частина має 3 розділи і додатки, загальний обсяг – ____ сторінки, ____ ілюстрацій, ____ таблиці, ____ джерела посилань. Графічна частина містить ____ креслень (загальний обсяг ____ аркушів креслень формату А1, ____ плакат з результатами розрахунків).

Об'єкт розробки – екструдер ЧП45×25.

Предмет розробки – черв'як екструдера ЧП45×25.

Мета розробки – проектування та модернізація екструдера, зокрема його черв'яка. У роботі надані технічні характеристики, розглянуті конструкція і принцип дії агрегата для грануляції поліетилену, виконані параметричні, кінематичні, теплові розрахунки та розрахунки на міцність черв'яка, які підтверджують працездатність та надійність конструкції машини.

У проекті було зроблено літературно-патентний пошук конструкцій агрегата для грануляції поліетилену з метою обрання варіанта модернізації екструдера.

Також у бакалаврському дипломному проекті розглянуто відповідність розроблюваної машини вимогам охорони праці та надані рекомендації щодо монтажу та експлуатації пристрою до виготовлення фланця.

**АГРЕГАТ, МІЦНІСТЬ, ЧЕРВ'ЯК, ЕКСТРУДЕР, ВИРОБНИЦТВО
ПОЛІЕТИЛЕНУ, РОЗПЛАВЛЕННЯ, ГРАНУЛИ.**

Реферат

Дипломный проект бакалавра на тему: «Агрегат гранулирующий с модернизацией экструдера». Исполнитель - студентка группы ЛП-51 Берук Д.Ю., руководитель- доц. к.т.н Сидоров Д.Е.

Дипломный проект (ДП) включает текстовую и графическую части. Текстовая часть имеет 3 раздела и приложения, общий объем - ____ страницы, ____ иллюстраций, ____ таблицы, ____ источника ссылок. Графическая часть содержит ____ чертежей (общий объем ____ листа чертежей формата А1, ____ плакат с результатами расчетов).

Объект разработки - экструдер ЧП45×25.

Предмет разработки – шнек экструдера ЧП45×25.

Цель разработки - проектирование и модернизация экструдера, в частности его шнека. В работе представлены технические характеристики, рассмотрены конструкция и принцип действия агрегата для грануляции полиэтилена, выполнены параметрические, кинематические, тепловые и прочностные расчеты червяка, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции машины.

В проекте было сделано литературно-патентный поиск конструкций агрегат для грануляции полиэтилена с целью избрания варианта модернизации пресса .

Также в бакалаврском дипломном проекте рассмотрено соответствие разрабатываемой машины требованиям охраны труда и даны рекомендации по монтажу и эксплуатации устройства к изготовлению фланца.

**АГРЕГАТ, ПРОЧНОСТЬ, ЭКСТРУДЕР, ИЗГОТОВЛЕНИЕ
ПОЛИЭТИЛЕНА, ПЕРЕМЕШИВАНИЕ, ГРАНУЛЫ.**

Abstract

Diploma project of the bachelor on the topic: " Granulating unit with modernizing extruder." The executor is a student of the LP-51 group Beruk D.U., the associate professor, candidate of technical sciences Sidorov D.E. .

The diploma project (DP) includes text and graphic parts. The text part has 3 sections and applications, the total volume is ____ pages, ____ illustrations, ____ tables, ____ reference sources. The graphic part contains ____ drawings (the total volume is ____ sheets of A1 format drawings, ____ poster with the results of calculations).

The object of development is the extruder WP45×25.

The subject of development is a screw of an extruder.

The purpose of the development is the design and modernization of the extruder, in particular its screw. The paper presents technical characteristics, the design and operation principle of the unit for polyethylene granulation are considered, parametric, kinematic, thermal and strength calculations of the worm are performed, confirming the operability and reliability of the machine design.

In the project, a literary-patent search was made for the designs of an aggregate for granulating polyethylene in order to select a variant for modernizing the press.

Also in the bachelor's diploma project the compliance of the developed machine with the requirements of labor protection was considered and recommendations were given on the installation and operation of the device for the manufacture of the flange.

AGGREGATE, STRENGTH, EXTRUDER, POLYETHYLENE PRODUCTION,
MIXING, GRANULES

Перелік умовних позначень та скорочених термінів

Скорочені терміни:

ККД – коефіцієнт корисної дії.

Умовні позначення:

S – площа, м^2 ;

b – ширина, м ;

H, h – висота, м ;

D, d – діаметри, м ;

m – маса, кг ;

N – потужність, Вт ;

n – частота обертання, с^{-1} ;

G_p – продуктивністю, кг/с ;

t – температура, К ;

α_K – коефіцієнт тепловіддачі від стінки корпусу в оточуюче середовище,
 $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{град}$;

K – коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{град}$;

Критерії:

Nu – критерій Нуссельта;

Re – критерій Рейнольдса;

Gr – критерій Гросгофа.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміст

Вступ.....	2
1. Призначення та галузь використання лінії.....	4
2. Технічна характеристика екструдера.....	6
3. Опис конструкції та принцип дії екструдера.....	7
4. Літературний та патентний огляд. Обґрунтування модернізації пресу.....	10
4.1. Патентно-літературний огляд конструкцій черв'ячного пресу.....	10
4.2. Обґрунтування обраної модернізації.....	18
5. Охорона праці.....	20
5.1. Повітря робочої зони.....	21
5.2. Електробезпека.....	22
5.3. Безпека від впливу частин, що рухаються або обертаються.....	23
5.4. Шум і вібрація.....	23
5.5. Пожежна безпека.....	24
6. Очікувані механіко-економічні показники	27
Висновки.....	28
Перелік посилань.....	29

Вступ

Виробництво термопластичних синтетичних полімерних матеріалів в Україні зростає винятково швидкими темпами. Кожен рік воно збільшується на 5%.

Сучасна промисловість випускає наступні різновиди продукції даного типу:

- поліетилен і матеріали, виготовлені на його основі - 34%;
- ПЕТ - 20%;
- папір з ламінуванням - 17%;
- ПВХ - 14%;
- поліпропілен - 7%;
- полістирол - 8%.

Це можна пояснити тим, що вироби із полімерів мають ряд переваг одним з яких являється довгий термін служби. Одним із головних методів підготовки сировини для продукції із полімеру є грануляція.

Гранулювання-це надання речовині форми дрібних шматків (гранул). Гранулювання необхідно для поліпшення технологічних властивостей, для запобігання злипанню і збільшення сипучості, для забезпечення можливості використання матеріалу дрібними порціями, для полегшення вантаження, транспортування та інше. У залежності від методу грануляції одна і та ж речовина може мати різну твердість , гідралічні властивості та інше .

Метою дипломного бакалаврського проекту є ознайомлення та аналіз конструкції екструдера; пошук та обґрунтування варіанту його удосконалення. Для досягнення поставленої мети потрібно виконати тепловий і параметричний розрахунки, розрахунки на міцність основних вузлів і деталей екструдера, що підтверджують працездатність конструкції, а також виконання графічної частини, яка включає необхідні етапи проектування: загальний вигляд лінії, до складу якої входить прес екструдер, загальний вигляд екструдера 45×25 та основних його вузлів. Розробка одночерв'ячного екструдера 45×25 також включає такі розділи як технологія машинобудування та охорона праці.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Призначення та галузь використання лінії

Опис технологічного процесу гранулювання

Машини для лиття під тиском і черв'ячні преси живляться переважно гранульованим матеріалом. Заздалегідь гранулювання композицій і смол пластичних мас підвищує однорідність гранулометричного складу і насипна вага вихідних продуктів, що забезпечує їх ефективну переробку в вироби і напівфабрикати.[1]

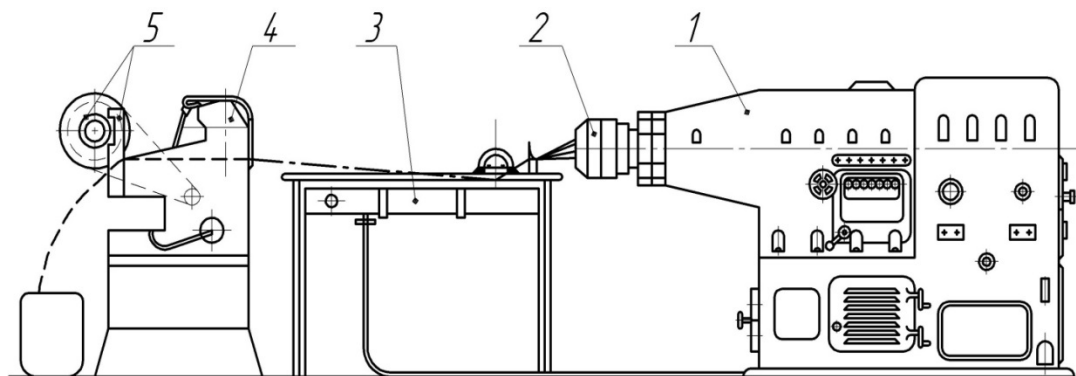
Дуже часто грануляція поєднується з зміщенням, пластикацією, зневодненням і дегазацією.

Гранули виготовляються циліндричної, кубічної, сферичної і лускатої форми. Форма гранул залежить від профілюючої головки і метода гранулювання.

Існує два методи гранулювання: холодний і гарячий.

Метод холодного гранулювання полягає в нарізанні матеріалу що знаходиться в твердому стані.

Поліетилен подається в завантажувальну горловину черв'ячного пресу 1 (Рисунок 1.1) . Після чого матеріал потрапляє на гребні шнека, під час руху в напрямку профілюючої головки він нагрівається, розплавляється, гомогенізується, та попадає в профілюючу головку 2 звідки видавлюється у вигляді квадратного чи круглого шнура, охолоджується в водяній ванні 3. Далі шнури проходять через тягнучий пристрій 4 і нарізується ротаційним ножом 5.



						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 – Черв'ячний прес, 2 – профілююча головка, 3 – водяна ванна,
4 – тягнучий пристрій, 5 – ротаційний ніж.

Рисунок 1.1 – Лінія грануляції поліетилену

Черв'ячний прес призначений для формування пластичних матеріалів, шляхом надання їм форми , за допомогою продавлювання через профілюючий інструмент.[2]

Профілююча головка призначена для надання форми полімеру, який видавлює шнек.

Водяна ванна призначена для охолодження полімеру перед подрібненням.

Тягнучий пристрій призначений для протягування полімеру через водяну ванну і подачу його на нарізку.

Ротаційний ніж призначений для різки поданого до нього полімеру на розмірні довжини.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Технічна характеристика екструдера

Технічна характеристика несе в собі особливу інформацію про апарат. Саме за цими показниками проводиться порівняння зразка з подібними йому та для наступного вибору і обґрунтування обраного варіанту. Основні показники преса наведено в таблиці 2.1.

Технічна характеристика екструдера

Таблиця 2.1

Діаметр черв'яка, D	45мм
Відношення довжини черв'яка до діаметра, L/d	25
Продуктивність машини, G_M	45кг/год
Потужність двигуна, N	12,26 кВт
Потужність нагрівників, P	39,43 кВт
Об'ємна маса матеріалу, ρ	950кг/м ³
Початкова температура матеріалу, $T_{\text{поч}}$	12□С
Температура розплаву на виході, $T_{\text{кін}}$	190□С
Ступінь чорноти корпусу машини, e	0,72
Коефіцієнт тепловіддачі α_k	34,13 Вт/м ² · К
Площа зовнішньої головки, F	0,3м ²

3. Опис конструкції та принцип дії екструдера

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опис конструкції, основних збиральних одиниць та деталей

Екструдер призначений для безперервної переробки полімерів в однорідний розплав і рівномірного видавлювання його крізь профілюючу головку.

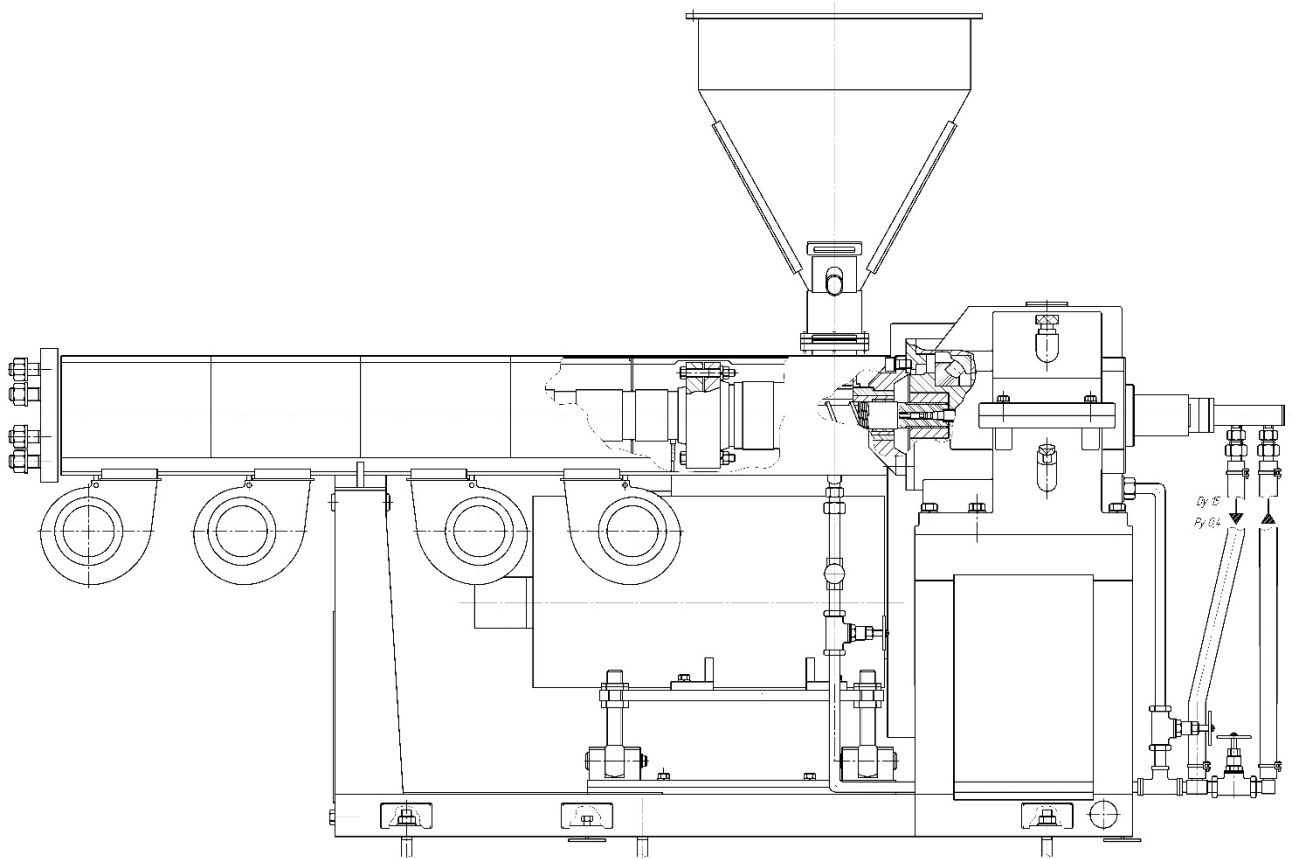


Рисунок 3.1-Схема екструдера

Основними складовими екструдера є: привід екструдера, станина, воронка завантажувальна, корпус, черв'як, система охолодження і система нагрівання.

Основним робочим органом екструдера є товстостінний циліндричний корпус, в якому обертається черв'як (шнек). Черв'яки, діаметр яких може бути від 20 до 500 мм і більше, характеризуються геометрією (профілем) поперечного перерізу каналу, довжиною нарізки, кроком, ступенем стиску і числом заходів нарізки.

Під час обертання черв'яка матеріал транспортується по гвинтовому каналу, утвореному внутрішньою поверхнею циліндра і нарізкою черв'яка.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Транспортування супроводжується інтенсивними деформаціями матеріалу та зростанням тиску. Одночасно відбуваються самі різноманітні процеси: нагрівання матеріалу за рахунок енергії дисипації та енергії, що підводиться від системи нагрівання циліндра; ініційовані зростаючою температурою та тиском хімічні, фазові та інші перетворення, ущільнення та монолітизація сипких матеріалів; змішування компонентів; вилучення з матеріалів газоподібних та інших компонентів.

У зоні живлення відбувається прийом матеріалу, що переробляється, і його переміщення в напрямку зони плавлення й ущільнення. Для підвищення продуктивності зона завантаження виконується з великим об'ємом гвинтового каналу черв'яка.

У зоні плавлення відбувається розплавлювання полімеру, його ущільнення і дегазація. Для ефективного проведення зазначених процесів канал черв'яка в зоні плавлення виконується з поступово зменшуваним об'ємом, що досягається в більшості випадків зменшенням глибини каналу, кроку гвинтової лінії чи обох параметрів.

У зоні дозування відбувається перемішування розплаву і зростає тиск, під дією якого розплав продавлюється через формуючий інструмент.

Довжина функціональних зон екструдера може коливатися в значних межах у залежності від властивостей матеріалу, що переробляється, і особливостей технології переробки.

Воронка завантажувальна являє собою товстостінний циліндр із завантажувальним отвором та водяною рубашкою. Вона складається із корпусу і вставної гільзи. На зовнішній поверхні корпусу воронки завантажувальної встановлений електродвигун.

Температура поверхні гільзи контролюється за допомогою перетворювача термоелектричного, в комплекті із вторинним пристроєм. Корпус має форму товстостінного циліндру, який приєднаний фланцевим з'єднанням до воронки завантажувальної. Корпус має чотири зони обігріву електронагрівачами опору. Охолодження зон корпусу здійснюється від чотирьох незалежних вентиляторів.

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Для контролю температури корпусу на ньому встановлюють перетворювачі термоелектричні. Зони розділені між собою перегородками. Із зовні корпус закритий теплоізоляційним кожухом.

Система охолодження призначена для охолодження завантажувальної воронки, черв'яка, масла в картері редуктора.

Корпус складається з завантажувальної і плавильної частини. На плавильну частину корпусу встановлюються нагрівачі, завдяки яким корпус нагрівається і відбувається розплавлення полімеру. Завантажувальна частина корпусу має канали для подачі води, що охолоджує екструдер.

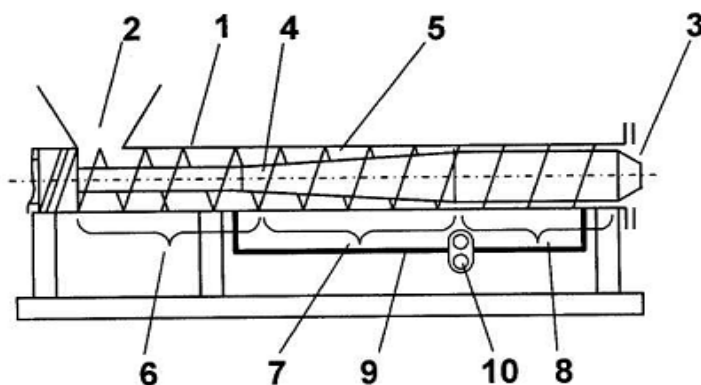
						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.ЛІТЕРАТУРНИЙ ТА ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД . ОБГРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПРЕСУ

4.1 Патентно-літературний огляд конструкцій екструдера

Під час дипломного проектування було зроблено огляд технічної літератури з метою аналізу конструкцій і принципу дії черв'ячного пресу. В результаті аналізу конструкції черв'ячного пресу було виявлені такий його недолік як невисока змішувально-диспергуюча дія , оскільки черв'як має незмінну геометрію робочого каналу. Виходячи з індивідуального завдання переддипломної практики «Агрегат гранулюючий з модернізацією екструдера», було вирішено модернізувати черв'як. Для цього було проведено патентно-літературний огляд конструкцій шнеку. Було знайдено 7 технічних рішень для модернізації черв'яка на основі патентів [1-7].

В конструкції [1] наведено приклад вдосконалення черв'ячного екструдера , з зоною подавання й гомогенізацією, сполучені між собою розплавопроводом , який оснащений шестеренним насосом. Ціллю такої модернізації є пришвидшення процесу перероблення вихідної сировини у високоякісну продукцію. Модель пояснюється на (рис.4.1)



Фіг.

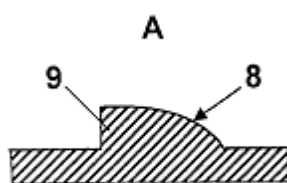
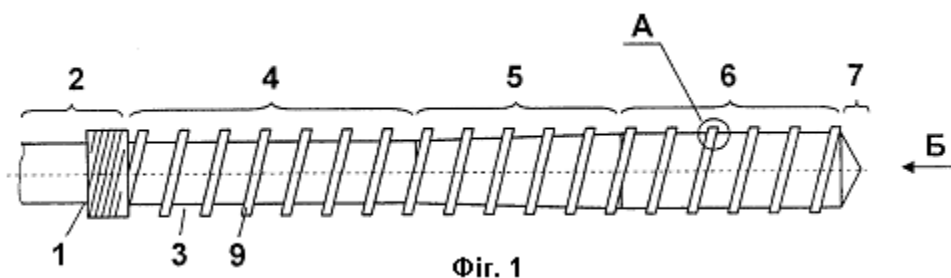
Рис. 1

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

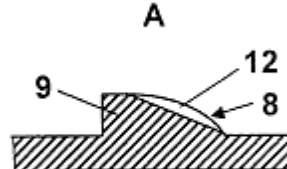
Рис.4.1 1-корпус ,2-завантажувальний отвір, 3-розвантажувальний отвір, 4-червяк, 5-робочий канал, 6-зона подавання, 7-зона плавлення ,8-зона гомогенізації, 9-розплавопровод ,10- шестеренний насос.

В [2] поставлено задачу вдосконалити черв'як екструдера, у якому нове конструктивне виконання гребенів його нарізки в зоні дозування істотно підвищує змішувально- диспергувальну здатність черв'яка, а отже і поліпшує якість перероблюваного матеріалу.

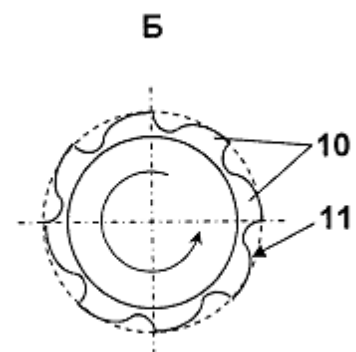
Поставлена задача вирішується тим, що в черв'яку екструдера, що містить вал з послідовно розташованими хвостовиком, спорядженими гвинтовою нарізкою зонами подавання, плавлення й дозування, а також наконечником, згідно з пропонованою корисною моделлю новим є те, що штовхальний заплечик гребеня нарізки зони дозування виконано опуклим з поздовжніми виступами, бокові грані яких скошені в бік обертання черв'яка. У найприйнятнішому варіанті виконання черв'яка на скошених бокових гранях поздовжніх виступів виконані поперечні пази.(Рис.4.2)



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Рис 4.2. 1-вал, 2-хвостовик, 3-гвинтова зона, 4-зона подавання, 5-зона плавлення, 6-зона дозування, 7-наконечник, 8- штовхальний заплечик , 9-гребень, 10- поздовжні виступи,11- скошені бокові грані ,12-поперечні пази

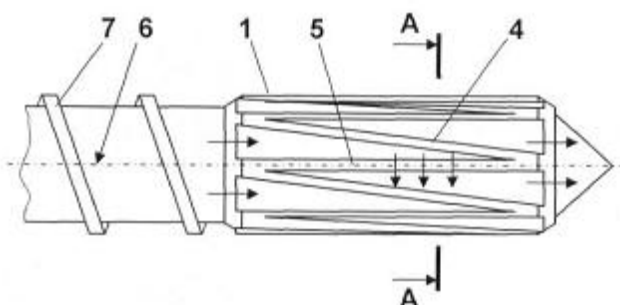
						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В патенті [3] поставлено задачу вдосконалити змішувально-диспергувальну секцію черв'яка екструдера, в якій її нове конструктивне виконання забезпечує зниження витрат енергії під час проходження секцією перероблюваної композиції за умови забезпечення її високої змішувально-диспергувальної здатності.

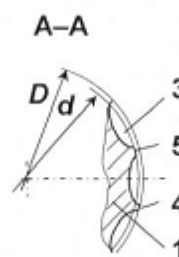
Поставлена задача вирішується тим, що в змішувально-диспергувальній секції черв'яка екструдера, що містить корпус у вигляді циліндричної втулки з центральним шліцьовим отвором, на зовнішній поверхні якої виконано поздовжні пази, що сходяться нанівець і відкриті по черзі з одного боку й закриті з іншого, з утворенням між сусідніми пазами розміщених по черзі штовхальних і бар'єрних витків, при цьому діаметр кола, описаного навколо вершин штовхальних витків, більший за діаметр кола, описаного навколо вершин бар'єрних витків, згідно з пропонованою корисною моделлю новим є те, що бар'єрні витки розміщено паралельно осі циліндричної втулки, а штовхальні - під нахилом до осі циліндричної втулки з тим самим напрямом, що і нарізка черв'яка екструдера.

Виконання пропонованої секції з пазами зазначеної геометрії не тільки унеможливорює утворення застійних зон у пазах, а й знижує витрату енергії під час проходження секцією перероблюваної композиції, оскільки бар'єрні витки, на відміну від найближчого аналога, не гальмують перероблювану композицію, а штовхальні витки навіть сприяють просуванню зазначеної композиції через секцію.

Корисну модель зображено на рис.4.3

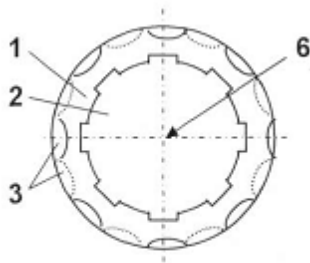


Фіг. 1



Фіг. 2

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



Фіг. 3

Рис.4.3 1- циліндрична втулка, 2- центральний шліцьовий отвір, 3- поздовжні пази, 4- вершини штовхальних витків, 5- бар'єрні витки, 6- ось циліндричної втулки, 7- нарізка черв'яка екструдера.

В основу [4] покладене завдання вдосконалення екструдера шляхом кінематичного поєднання осьового руху черв'яка з заслінкою, що регулює подачу перероблюваного матеріалу, за допомогою регульованого перетворювача переміщень.

Поставлена задача вирішується тим, що черв'ячний екструдер для переробки полімерних матеріалів, що містить завантажувальну горловину, оснащену заслінкою регулювання подачі перероблюваного матеріалу, корпус, всередині якого розташований з можливістю переміщення відносно повздовжньої осі черв'як, змонтований в опорному підшипнику, новим є те, що черв'як кінематично пов'язаний із заслінкою за допомогою важільного механізму. Важільний механізм може мати регульовану по довжині точку опори. Конструкцію зображено на (рис.4.4)

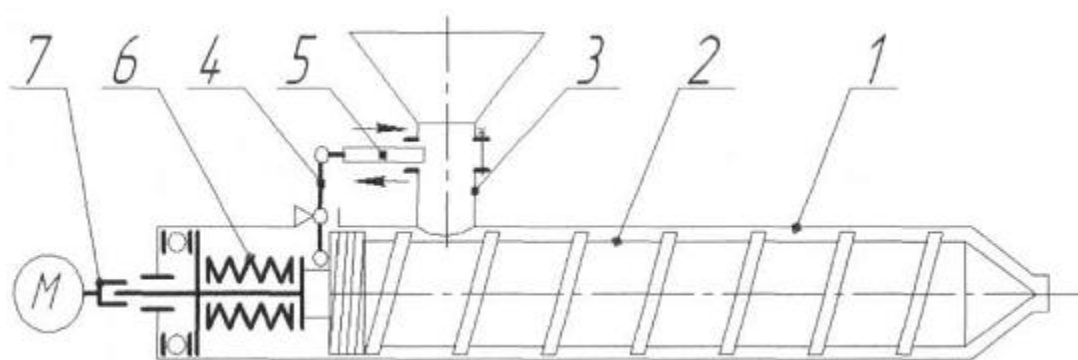


Рис.4.4 1- корпус, 2-черв'як, 3- завантажувальна горловина, 4- елемент важільного механізму, 5- заслінка, 6-пружина, 7-зеднання

В патенті [5] поставлено задачу вдосконалити черв'як екструдера, у якому нове конструктивне виконання гребенів його змішувального елемента підвищує змішувально-диспергувальну спроможність черв'яка, а отже і поліпшує якість

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перероблюваного матеріалу. Поставлена задача вирішується тим, що в черв'яку екструдера, що містить осердя з послідовно розташованими хвостовиком, спорядженою гвинтовою нарізкою і змішувальним елементом робочою частиною, а також наконечником, при цьому змішувальний елемент має форму гвинтового гребеня з поперечними прорізами, згідно з пропонованою корисною моделлю новим є те, що змішувальний елемент споряджено додатковим гвинтовим гребенем з поперечними прорізами та іншим, порівняно з основним гвинтовим гребенем, кроком. У найприйнятнішому прикладі виконання черв'яка змішувальний елемент розташовано між гребенями гвинтової нарізки.

Спорядження змішувального елемента додатковим гвинтовим гребенем із зазначеними ознаками забезпечує безперервний розділення потоку розплаву перероблюваного матеріалу на мікропотоки, їх перерозподіл між собою, інтенсивне змішування й диспергування його компонентів. Виконання обох гвинтових гребенів з різним кроком утворює по довжині змішувального елемента послідовні ділянки, на яких зазначені гвинтові гребені по черзі сходяться й розходяться, що сприяє проходженню розплаву крізь їхні прорізи, а отже інтенсивному змішуванню й диспергуванню його компонентів. Крім того, таке виконання змішувального елемента черв'яка запобігає утворенню застійних зон, що поліпшує якість переробки.

Розташування змішувального елемента між гребенями гвинтової нарізки ще більш підвищує ефективність перероблення розплаву полімерного матеріалу, оскільки його перерозподіл в межах змішувального елемента здійснюється в замкненому об'ємі, обмеженому з боків гребенями гвинтової нарізки.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

A technical drawing of a screw, labeled 'A'. The drawing shows the screw's profile with various parts numbered 1 through 8. Part 1 is the head of the screw. Part 2 is the head's base. Part 3 is the thread. Part 4 is the tail. Part 5 is the main body of the screw. Part 6 is the tip. Part 7 is the thread's pitch. Part 8 is the thread's depth.

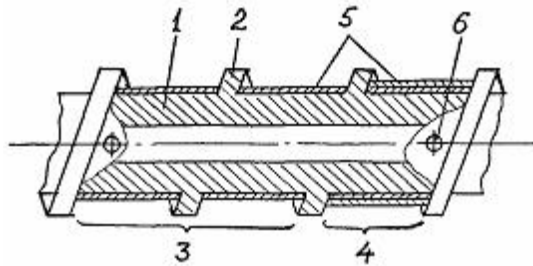
A technical drawing of a screw with the following numbered parts:

- 1: Head of the screw
- 2: Washer or head plate
- 3: Thread of the screw
- 4: Shank of the screw
- 5: Length of the screw
- 6: Tip of the screw
- 7: Pitch of the thread
- 8: Diameter of the thread

можливості черв'яка за рахунок переробки широкого класу матеріалів.

Поставлена задача вирішується тим, що в черв'яку екструдера для переробки матеріалів, що містить осердя з розташованим на ньому по гвинтовій лінії гребенем, згідно з пропонованою корисною моделлю новим є те, що осердя має щонайменше одну ділянку із закріпленою на ньому в один або декілька шарів стрічкою.

Конструкцію зображено на (рис.4.6).



Фіг.

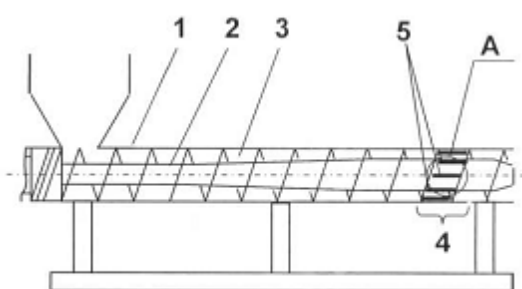
Рис 4.6. 1-осердя, 2- гребінь, 3 і 4-ділянки, закріпленні стрічкою 5.

В основу корисної моделі [7] запропоновано модернізацію для забезпечення підвищеного тиску на виході з екструдера та високу змішувально-диспергувальну здатність, а отже й високу якість одержуваної продукції.

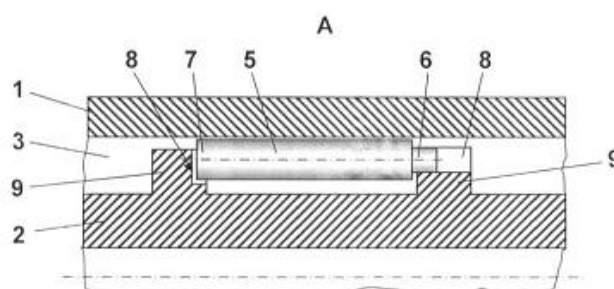
Поставлена задача вирішується тим, що в черв'ячному екструдері, що містить порожнистий корпус, розміщений у його порожнині з можливістю обертання черв'як, що утворює з порожниною корпуса робочий канал із щонайменше однією ділянкою з розміщеними між черв'яком і корпусом обертовими елементами, згідно з пропонованою корисною моделлю, новим є те, що кожен ділянку робочого каналу з обертовими елементами розташовано в межах нарізки черв'яка, при цьому обертові елементи виконані поздовжніми з циліндричними кінцевими ділянками, розміщеними в пазах гребенів сусідніх витків нарізки черв'яка. У найприйнятнішому прикладі виконання екструдера середня частина щонайменше одного обертового елемента виконана з поперечним перерізом, відмінним від круглого.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

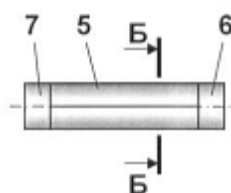
Виконання екструдера із зазначеними відмітними ознаками забезпечує безперервність гвинтової нарізки на черв'яку, а отже й ефективне генерування тиску на виході з екструдера. Виконання ж обертових елементів поздовжніми забезпечує їх більш ефективну дію робочих органів екструдера на оброблюваний матеріал, а отже й високу змішувально-диспергувальну здатність екструдера та в кінцевому підсумку високу якість одержуваної продукції. А виконання середньої частини щонайменше одного обертового елемента, виконаного з поперечним перерізом, відмінним від круглого, забезпечує пульсаційний вплив такого обертового елемента на оброблюваний матеріал, що підвищує змішувально-диспергувальну здатність екструдера в цілому. (Рис.4.7)



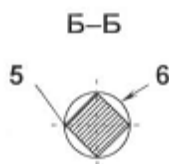
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4

Рис.4.7 Фіг. 1 - поздовжній розріз черв'ячного екструдера; Фіг. 2 - виносний елемент А на Фіг. 1; Фіг. 3 - обертовий елемент середня частина якого виконана з квадратним поперечним перерізом; Фіг. 4 - розріз за Б-Б на Фіг. 3.

1-корпус, 2-черв'як, 3-робочий канал, 4- ділянка, 5-обертові елементи, 6 і 7-циліндричні кінцеві ділянки, 8-паз, 9- гребні.

4.2. Обґрунтування обраної модернізації

Найбільш близькими до вирішення задачі модернізації з метою підвищення ефективності за доцільне рахуємо використати рішення [7]. Використання пропонованої корисної моделі підвищує ефективність черв'ячного екструдера та забезпечує високу якість одержуваної продукції. внаслідок збільшених деформацій зсуву відбувається його інтенсивне перемішування, а також

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

диспергування компонентів перероблюваного матеріалу, що підвищує якість одержуваної продукції.

Черв'ячний екструдер містить порожнистий корпус 1, розміщений у його порожнині з можливістю обертання черв'як 2, що утворює з порожниною корпуса 1 робочий канал 3 із щонайменше однією ділянкою 4 з розміщеними між черв'яком 2 і корпусом 1 обертовими елементами 5, при цьому кожну

ділянку 4 розташовано в межах нарізки черв'яка 2, а обертові елементи 5 виконані поздовжніми з циліндричними кінцевими ділянками 6 і 7, розміщеними в пазах 8 гребенів 9 сусідніх витків нарізки черв'яка 2 (Фіг. 1, 2). Також середня частина 2 щонайменше одного обертового

елемента 5 може бути виконана з поперечним перерізом, відмінним від круглого, наприклад квадратним (Фіг. 3, 4).

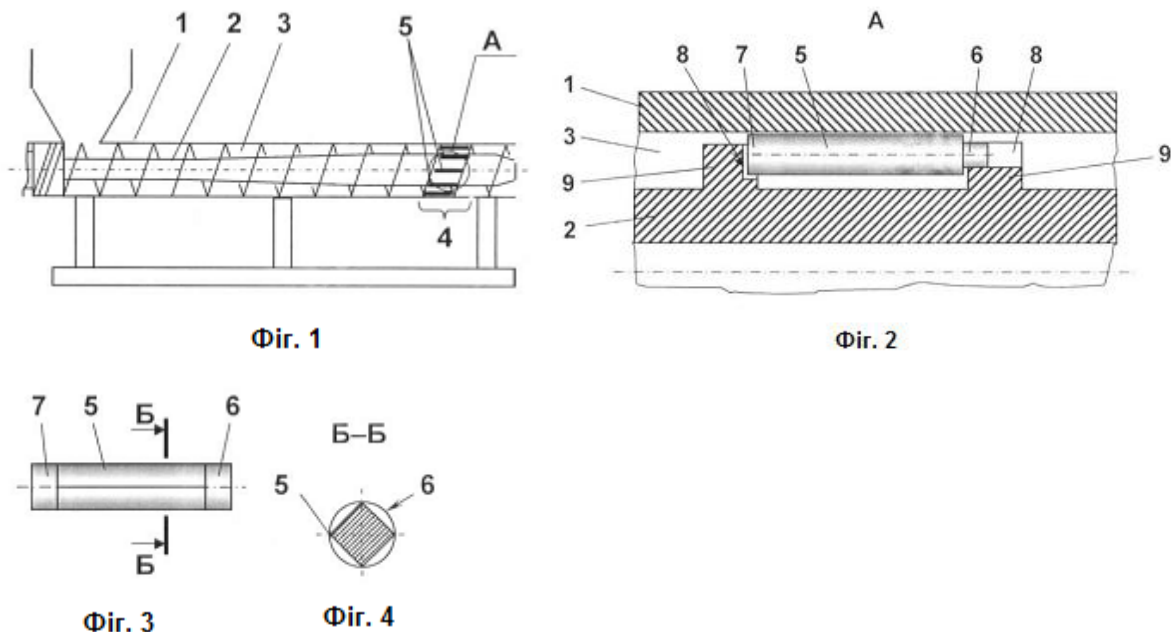


Рис.4.2.7 Фіг. 1 - поздовжній розріз черв'ячного екструдера; Фіг. 2 - виносний елемент А на Фіг. 1; Фіг. 3 - обертовий елемент середня частина якого виконана з квадратним поперечним перерізом; Фіг. 4 - розріз за Б-Б на Фіг. 3.

1-корпус, 2-черв'як, 3-робочий канал, 4- ділянка, 5-обертові елементи, 6 і 7- циліндричні кінцеві ділянки, 8-паз, 9- гребні.

Матеріал, що підлягає переробці, подають у завантажувальний бункер порожнистого корпуса 1, де він захоплюється нарізкою черв'яка 2 і далі робочим каналом 3 транспортується в 5 напрямку до кінцевої ділянки черв'яка 2. Під час

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обтікання утворюваним розплавом тіл обертання 5 внаслідок збільшених деформацій зсуву відбувається його інтенсивне перемішування, а також диспергування компонентів перероблюваного матеріалу, що підвищує якість одержуваної продукції

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Охорона праці

Охорона праці вивчає можливі причини нещасних випадків на виробництві, професійні захворювання, вибухи, пожежі, створення безпечних для людини умов праці, а також розробляє систему заходів для усунення цих причин. Основоположним законодавчим документом в галузі охорони праці є Закон України "Про охорону праці", прийнятий Верховною Радою України 14 жовтня 1992 року.

Тема дипломного проекту: Агрегат гранулюючий з модернізацією екструдера.

Агрегат для грануляції використовується для виготовлення полімерних гранул, які потім використовуються у якості матеріалу для його подальшої переробки в готовий продукт.

На стадії експлуатації та в процесі обслуговування оператор знаходиться в цеху з площею приміщення $S=100 \text{ м}^2$ і об'ємом приміщення $V=1200 \text{ м}^3$.

Створення здорових і безпечних умов праці на підприємстві обумовлює необхідність раннього виявлення шкідливих і небезпечних факторів, для того щоб на стадії проектування передбачити заходи, які слід проводити для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу.

Шкідливими і небезпечними виробничими факторами при роботі і обслуговуванні лінії є:

- Повітря робочої зони;
- Ураження електричним струмом;
-
-
- Вплив деталей чи механізмів що рухаються або обертаються, а також матеріалу, що переміщується ;
- Пожежна небезпека;
- Виробничий шум і вібрації, які перевищують допустимі норми.

5.1. Повітря робочої зони

У виробничому приміщенні працює 1 робітник – оператор. В нашому випадку, згідно ДСНЗ.3.6.042-99 робота оператора підлягає під категорію 1б – легка фізична робота, так як до категорії 1б відносяться роботи які, виконуються в положенні сидячи та стоячи або зв'язані з ходінням і супроводжуються незначними фізичними навантаженнями з енерговитратами 121..150ккал/г (140..174 Вт).

Значення величин температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні виробничого приміщення

Таблиця 5.1.1

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		Опти-мальна *	Факти-чна	Опти-мальна*	Факти-чна	Опти-мальна*	Факти-чна
Холодний період року	1б	20-23	19-21	40-60	50-60	0,1	0,1
Теплий період року	1б	22-24	22-25	40-60	50-60	0,1	0,2

Значення величин температури, відносна вологість та швидкість руху повітря у робочій зоні виробничого приміщення приведенні у таблиці 5.1.1.

В холодну пору року підігрів приміщення батареями з теплоносіями, нагрітими до температури $50 \div 60^{\circ}\text{C}$. В теплу пору року – вентиляцією через верхні пройоми.

Під час роботи лінії відбувається виділення токсичних речовин – газів, пилу з відкритих ємностей, шляхом виходу газу через нещільність

					Арк.		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

технологічного обладнання, з завантажувального бункера.

Склад повітря робочої зони залежить від параметрів метеорологічних умов: температури, відносної вологості, а також кількості шкідливих речовин, що виділяються машиною при плавленні поліетилену, при цьому виділяється окис вуглецю, некрайові углеводороди, органічні кислоти, альдегіди і інші токсичні речовини.

Для безпосереднього відводу шкідливого повітря чи газів, від місця їх виникнення чи виділення, під головкою черв'ячного екструдера встановлюється вентиляційний ковпак закритого типу з фільтром продуктивністю 360 м²/год. Видалення шкідливостей супроводжується подальшим очищенням повітря, що відповідає вимогам ГОСТ 12.1.005-88.

5.2. Електробезпека

Лінія для грануляції, при роботі буде знаходитись в сухому приміщенні з нормальною температурою і вологістю повітря. Підлога приміщення залізобетонна, згідно ПУЕ приміщення належить до приміщень з підвищеною небезпекою .

На пульті керування машиніста напруга $U = 380$ В, частота $f = 50$ Гц, для електродвигунів, що використовуються на лінії. Тип електромережі – різноманітний із глухо заземленою нейтралю.

Засоби забезпечення електробезпеки:

а) в робочому режимі

- забезпечено недосяжності струмоведучих частин (ізоляція, розташування на недосяжній висоті, більш 2,5 м., огорожа);
- подвійна ізоляція;
- наявність позначень на електричних частинах (фарбування, надписи, позначення);

б) в аварійному режимі:

- занулення з автоматичним вимикачем.

Забезпечення електробезпеки при проектуванні апаратів для данної лінії є

дуже	важливим	чинником,	знижує смертність та травматизм серед.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис Дата

обслуговуючого персоналу в виробничих умовах.

Ці заходи проведені згідно ГОСТ 12.1.030 – 86.

5.3. Безпека від впливу частин, що рухаються або обертаються.

Механізмами що обертаються в лінії є муфти, шестерні, вали. Ці механізми є небезпечними, так як можливе нанесення механічних травм людині. Для застерігання травм використовують огороження, шестерні і вали закриті корпусами. Для аварійної зупинки лінії передбаченні аварійні кнопки відключення. На електродвигунах встановленні аварійні вимикачі.

5.4. Шум і вібрація

Джерелом шуму при роботі лінії є:

- Електродвигуни;
- Редуктори;
- Вентилятори;
- Система охолодження.

У результаті замірів при експлуатації обладнання значення шуму $L_{вдж} = 100$ дБА,. Це означає прийняття наступних обмежень для захисту від виробничого шуму:

- змащування всіх поверхонь, що труться, наявність прокладочних матеріалів;
- застосування захисних кожухів.

Це забезпечить зниження рівня шуму на $\Delta L = 30$ дБА.

Джерелами вібрації є: електродвигун та частини лінії що обертаються.[11]

Зусилля вібрації починається з неточності встановлення частин що обертаються, з нещільного приєднання корпусів частин що обертаються до фундаменту.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У даному випадку спостерігається технологічна вібрація, яка переходить через опірні поверхні на оператора. Робітник у незначній мірі піддається вібрації, бо знаходиться далеко від основи машини – біля пульта керування. Таким чином спільна вібрація не діє на організм оператора. Рівень технологічної вібрації в виробничому приміщенні не перевищує 90 дБ при частоті 4 Гц, що відповідає ДСН 3.36.039 – 99.

Зниження вібрації досягається застосуванням наступних мір:

- шляхом установки лінії на фундамент;
- за рахунок використання амортизаторів;
- за рахунок додаткових ребер жорсткості.

Сумарний час роботи в контакт з вібрацією не перевищує 2/3 робочої зміни. Тривалість безперервної дії вібрації не перевищує 15 – 20 хв. При такому режимі обідня перерва не менше 40 хвилин.

5.5. Пожежна безпека

У виробничому цеху, де працює лінія переробки поліетилену може спалахнути:

Промаслена ветош , машинне масло, електропроводка, електрообладнання. Крім того, беручи до уваги, що для грануляції сировиною є поліпропілен, при перевищенні певних температурних порогів можуть спалахнути деякі його складові:

- При перевищенні 120 °С – формальдегід, ацетальдегід, ацетон, метиловий спирт, кетони, окис та двоокис вуглецю;
- При перевищенні 150 °С – кислоти, ефіри, альдегіди, перекисні сполучення.

На основі цього: приміщення, де знаходиться лінія відноситься до категорії „В” ОНТП 24-86, і класу зони П-Іа (ПУЕ), ступінь вогнестійкості ІІІ згідно СнпІ 2.01.02-85.[12]

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Це виробництво в якому використовуються рідини з температурою спалаху вище 61°C і горючі пили або волокна, нижня границя займання яких більше 65 мг/м³, тверді речовини і матеріали, що займаються, які здатні лише горіти, але не вибухати при контакті з повітрям, водою або один з одним.

Можливі причини пожежі:

- струм, перевантаження, великі перехідні опори;
- несправність електрообладнання;
- іскри при електро і газозварювальних роботах.

Заходи по попередженню пожежі передбачають вибір незгоряємих матеріалів, а також організаційні заходи.

В якості засобів гасіння пожежі використовують порошкові вогнегасники САМ – 9 (5 шт.). Для гасіння включених електромереж приймаємо порошкові вогнегасники ОП-10 (10 шт.).[12]

На верхній сферичній частині кожного балона мають бути чітко нанесені тавруванням наступні дані:

- Товарний знак заводу-виробника;
- Номер балона по системі нумерації підприємства-виробника;
- Дата виготовлення(випробування) і рік наступного випробування;
- Вид термообробки;
- Робочий тиск та пробний гідравлічний тиск;
- Об'єм балона;
- Маса балона;
- Клеймо ОТК.

У час виникнення пожежі передбачена пожежна сигналізація – теплові оповіщуючі пристрої типу ДТП. Інформація від оповіщувачів надходить на приймальну станцію. При виникненні пожежі, люди повинні залишити приміщення. Відповідно до СН.П 2.09.02-85 в приміщенні знаходяться два евакуиходи. Сам цех – це приміщення, яке розташоване на першому поверсі.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Очікувані механіко-економічні показники

В результаті аналізу технічної літератури конструкції черв'ячного пресу виявлені такі недоліки як недостатність продуктивності і змішувально-диспергувальній здатності.

Для усунення даних недоліків у дипломному проекті було виконано літературно-патентний огляд та обрано варіант модернізації черв'яка.

Завдяки запропонованій конструкції змішувальної частини черв'яка на основі розглянутого патенту [7] забезпечується краща гомогенізація, значно розширюються можливості черв'яка та й екструдера в цілому. Це пояснюється тим що в запропонованій модернізації виконання обертових елементів поздовжніми забезпечує їх більш ефективну дію робочих органів екструдера на оброблюваний матеріал, а отже й високу змішувально-диспергувальну здатність екструдера та в кінцевому підсумку високу якість одержуваної продукції.

Отже обране технічне рішення модернізації екструдера, дозволяє підвищити тиск на виході з екструдера та змішувально-диспергувальну здатність.

Отже можна зробити висновок, що модернізація, яка представлена у роботі є доцільною і виправданою.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Розроблений бакалаврський дипломний проект на тему: “Агрегат гранулюючий з модернізацією екструдера”.

Бакалаврський дипломний проект складається з пояснювальної записки і графічної частини, які повністю висвітлюють сутність модернізації екструдера.

У пояснювальній записці зроблено опис технологічної лінії виробництва гранул, в якій є екструдер.

Представлено технічні характеристики екструдера та виконаний опис конструкції і принцип роботи машини.

Було проведено літературно-патентний пошук та розглянуто ряд патентних описів стосовно технічного завдання на дипломне проектування.

Запропонований патент направлений на підвищення змішувально-диспергувальної здатності.

Пояснювальна записка містить відомості про відповідність розробленої конструкції вимогам техніки безпеки. Розроблені креслення технологічної лінії, гранулятора в цілому та його окремих вузлів.

Параметричні і міцнісні розрахунки довели, що даний екструдер придатний для роботи в заданих умовах та витримує прикладені навантаження.

В проекті виконані креслення: лінія грануляції полімеру, екструдер, шнек модернізований, корпус.

До креслень додається комплект специфікацій.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік посилань

1. Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей. Д.Д. Рябинин, Ю.Е. Лукач. — М.: Машиностроение, 1972.—268 с.
2. С.Г. Гурвич, Г.А. Ильяшенко, С.Х. Свириденко. Машины для переработки термопластических материалов. – М.: Машиностроение, 1965
3. Червячные машины для переработки резиновых смесей и пластических мас. Ю.Е. Лукач, Д.Д. Рябинин. — М.: Машиностроение, 1967.—364 с.
4. Патент №98878 Україна , МПК *B29C 47/36 (2006.01) B30B 9/14 (2006.01)* . ЧЕРВ'ЯЧНИЙ ЕКСТРУДЕР
5. Патент №54020 Україна , МПК (2009) *B29C 47/38 B29C 47/58*.
ЧЕРВ'ЯЧНИЙ ЕКСТРУДЕР
6. Патент № 53479 Україна , МПК *B29B 7/00*. ЧЕРВ'ЯК ЕКСТРУДЕРА
7. Патент №74756 Україна , МПК *B29C 47/60 (2006.01) B30B 11/24 (2006.01)*.
ЗМІШУВАЛЬНО-ДИСПЕРГУВАЛЬНА СЕКЦІЯ ЧЕРВ'ЯКА ЕКСТРУДЕРА .
8. Патент № 89061 Україна , МПК *B29C 47/10 (2006.01)*. ЧЕРВ'ЯЧНИЙ ЕКСТРУДЕР
9. Патент № 90401 Україна , МПК *B29B 7/60 (2006.01)*. ЧЕРВ'ЯК ЕКСТРУДЕРА
10. Патент № 93215 Україна , МПК *B29C 47/38 (2006.01) B30B 11/24 (2006.01)*. ЗМІШУВАЛЬНА СЕКЦІЯ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ЕКСТРУДЕРА
11. К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний. Основи охорони праці. – К.: Основа, 2006 — 448 с.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. ДСН 3.3.6.037–99.Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.– К.: МОЗ України, 2000 – 29с.

13. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник — Львів: УАД, 2006. – 336 с.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

1.	Розрахунки основних параметрів екструдера.....	2
1.1.	Розрахунок геометрії черв'яка.....	2
1.2.	Розрахунок потужності приводу.....	3
1.3.	Продуктивність машини по зоні дозування з урахуванням впливу головки.....	5
1.4.	Тепловий розрахунок.....	7
2.	Розрахунок на міцність.....	11
2.1.	Розрахунок черв'яка на міцність.....	11
2.2.	Розрахунок корпусу.....	15
	Висновки	16
	Перелік посилань.....	17

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Розрахунки основних параметрів пресу

1.1. Розрахунок геометрії черв'яка

Черв'як є основним вузлом черв'ячної машини і призначений для транспортування полімерного матеріалу від завантажувальної воронки до гранулюючої головки, а також для пластикації гранул, ретельного перемішування розплаву і набору необхідного тиску для видавлювання з головки.

Діаметр черв'яка є одним з основних параметрів, що характеризують продуктивність черв'ячної машини.

У представленій лінії використовується екструдер з черв'яком діаметром $D=45\text{мм}$, відношення довжини робочої частини до його діаметра $L/D=25$.

Інші параметри черв'яка вибираються в залежності від матеріалу, що переробляється. У даному випадку матеріалом, що переробляється, є поліетилен .

Крок гвинтової лінії черв'яка:

$$t = (0,8 \div 1,2) \cdot D = 1 \cdot 45 = 45 \text{ мм.}$$

Товщина гребеня черв'яка:

$$e = (0,08 \div 0,1) \cdot D = 0,095 \cdot 45 = 4,5 \text{ мм.}$$

Зазор між черв'яком і гільзою:

$$\delta = (0,002 \div 0,003) \cdot D = 0,0021 \cdot 45 = 0,095 \text{ мм.}$$

Глибина гвинтового каналу під завантажувальною воронкою:

$$h_1 = (0,12 \div 0,16) \cdot D = 0,127 \cdot 45 = 5,72 \text{ мм.}$$

де $i=2,1$ –ступінь стиску поліетилену.

Довжина торпеди з мішалкою:

$$L_{\text{торп}} = (0,6 \div 0,8) \cdot D + 70 = 0,7 \cdot 45 = 31,5 \text{ мм.}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Довжина робочої частини черв'яка приймається:

$$L_{\text{раб}} = 25 D = 25 \cdot 45 = 1125 \text{ мм.}$$

Довжина зони завантаження приймається:

$$L_{\text{загр}} = (1.5 \div 3) \cdot D = 2,5 \cdot 45 = 112,5 \text{ мм.}$$

Довжина зони дозування приймається:

$$L_{\text{доз}} = (3 \div 6) \cdot D = 5 \cdot 45 = 225 \text{ мм.}$$

Довжина зони стиску приймається:

$$L_{\text{сж}} = L_{\text{раб}} - L_{\text{доз}} - L_{\text{загр}} = 1125 - 225 - 112,5 = 1012,5 \text{ мм}$$

Довжина опори і евольвентного зачеплення приймається: $L_{\text{ев}} = 170 \text{ мм}$;

Довжина відбійної частини приймається:

$$L_{\text{отб}} = (0.1 \div 0.5) \times D = 0,3 \cdot 45 = 13,5 \text{ мм}$$

Загальна довжина черв'яка:

$$L = L_{\text{раб}} + L_{\text{ев}} + L_{\text{отб}} + L_{\text{торн}} = 1350 + 170 + 13,5 + 31,5 = 1565 \text{ мм.}$$

1.2. Розрахунок потужності приводу

Мета: визначити потужність, що витрачається на переробку поліетилену.

Вихідні дані:

Крок гвинтової нарізки черв'яка	$t = 45 \text{ мм}$
Зовнішній діаметр черв'яка	$D = 45 \text{ мм}$
Ширина гребня витка черв'яка	$e = 4.5 \text{ мм}$
Радіальний зазор	$\delta = 0,095 \text{ мм}$

Потужність, що витрачається черв'ячною машиною для переробки пластичних мас, йде на переміщення матеріалу в гвинтовому каналі черв'яка і на зсув матеріалу в зазорі між гребенем і внутрішньою стінкою гільзи.[2]

Потужність черв'ячної машини:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{\eta},$$

де N_1 – потужність що витрачається на примусове проходження маси по гвинтовому каналу черв'яка:

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_1 = \frac{\pi^3 \cdot (t - e) \cdot L \cdot J \cdot \mu_{\text{эф}} \cdot 10^{-4}}{36 \cdot t} \cdot n^2 + \frac{a_2 \cdot \Delta P \cdot n \cdot 10^{-2}}{6},$$

N_2 – потужність, що витрачається на зріз матеріалу у зазорі між вершиною витка і стінкою циліндра:

$$N_2 = \frac{10^{-4} \cdot \pi^3 \cdot D^3 \cdot e \cdot L \cdot \mu_{\text{эф}} \cdot n}{36 \cdot \delta \cdot t},$$

η – коефіцієнт корисної дії і неврахованих втрат; $\eta = 0,5$;

де J – коефіцієнт, що визначається по формулі:

$$J = \frac{\pi^2 \cdot D^2 - 4 \cdot t^2}{\pi^2} + \frac{(D - d_2) \cdot (D + d_1)}{3 \cdot (d_2 - d_1)} + \frac{2,3 \cdot \pi^2 \cdot D^5}{(t + \pi^2 \cdot D^2) \cdot (h_1 - h_2)} \cdot \lg \frac{h_1}{h_2},$$

$$J = \frac{3,14^2 \cdot 45^2 - 4 \cdot 45^2}{3,14^2} + \frac{(45 - 26) \cdot (45 + 29,6)}{3 \cdot (26 - 29,6)} + \frac{2,3 \cdot 3,14^2 \cdot 45^5}{(45 + 3,14^2 \cdot 45^2) \cdot (1,2 - 3)} \cdot \lg \left(\frac{1,2}{3} \right) = 1,718 \times 10^4$$

$$J = \frac{3,14^2 \cdot 45^2 - 4 \cdot 45^2}{3,14^2} + \frac{(45 - 29,6) \cdot (45 + 26)}{3 \cdot (29,6 - 26)} + \frac{2,3 \cdot 3,14^2 \cdot 45^5}{(45 + 3,14^2 \cdot 45^2) \cdot (7 - 3)} \cdot \lg \frac{7}{3} = 71.$$

Швидкість зсуву в гвинтовій нарізці черв'яка для визначення ефективної динамічної в'язкості можна визначити по формулі:

$$S = \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot n}{60 \cdot \delta \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 + t^2}} = \frac{3,14 \cdot 45^2 \cdot 120}{60 \cdot 0,096 \cdot \sqrt{3,14^2 \cdot 45^2 + 45^2}} = 635,23 \text{ с}^{-1},$$

Ефективна в'язкість при температурі розплаву 200°C і швидкості зсуву $635,23 \text{ с}^{-1}$;

$$\mu_{\text{эф}} = 0,14 \times 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с};$$

$$N_2 = \frac{10^{-4} \cdot 3,14^3 \cdot 45^3 \cdot 4,5 \cdot 256 \cdot 0,14 \cdot 10^{-3} \cdot 120}{36 \cdot 0,095 \cdot 45} = 12,63 \cdot 10^{-3} \text{ кВт}.$$

Ефективна динамічна в'язкість визначається з графічної залежності при температурі розплаву 200°C і швидкості зсуву розплаву, обумовленої по формулі:

$$S = \frac{\pi^2 \cdot (D - h_{\text{сп}}) \cdot (D - 2 \cdot h_{\text{сп}}) \cdot n}{60 \cdot h_{\text{сп}} \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot (D - 2h_{\text{сп}})^2 - t^2}},$$

де $h_{\text{сп}}$ – середня глибина гвинтового каналу черв'яка:

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$h_{cp} = \frac{h_2 + h_1}{2} = \frac{1.2 + 3}{2} = 2.1 \text{ мм},$$

$$S = \frac{3.14^2 \cdot (45 - 2.1) \cdot (45 - 2 \cdot 2.1) \cdot 120}{60 \cdot 2.1 \cdot \sqrt{3.14^2 \cdot (45 - 2 \cdot 2.1)^2 - 45^2}} = 96,11 \text{ с}^{-1},$$

Ефективна в'язкість при температурі розплаву 200°C і швидкості зсуву 96,11с⁻¹;

$$\mu_{\text{эф}} = 0.63 \times 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с};$$

$$N_1 = \frac{3.14^3 \cdot (45 - 4.5) \cdot 256 \cdot 1.718 \cdot 10^4 \cdot 0,63 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-4}}{36 \cdot 45} \cdot 120^2 + \frac{292,55 \cdot 51,83 \cdot 120 \cdot 10^{-2}}{6} = 6.12 \text{ кВт},$$

Загальна потужність буде дорівнює:

$$N = N_1 + N_2 = 6.12 + 12.63 \cdot 10^{-3} = 6.13 \text{ кВт},$$

З огляду на ККД машини, потужність споживана нею буде складати:

$$N = \frac{N}{\eta} = \frac{6.13}{0,5} = 12.26 \text{ кВт}$$

1.3. Продуктивність машини по зоні дозування з урахуванням впливу ГОЛОВКИ

Робочий процес черв'ячної машини в цілому залежить не тільки від геометричних розмірів черв'яка і процесів, що проходять у його каналах, але також від геометрії, конфігурації головки черв'ячної машини, і її профілюючих елементів.

Об'ємна продуктивність крізь головку на передній частині черв'ячної машини прямо пропорційна падінню тиску ΔP і обернено пропорційна в'язкості розплаву μ :

$$Q = K \cdot \frac{\Delta P}{\mu}.$$

Також рівняння продуктивності можна представити таким чином:

$$Q = \frac{a \cdot K}{K + \beta + \gamma} \cdot n,$$

де K - коефіцієнт пропорційності,

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

α - постійна прямого потоку для черв'яка з перемінною глибиною гвинтового каналу:

$$\alpha = \frac{\pi^3 \cdot (t - \lambda \cdot e) \cdot \sigma}{a + t^2 \cdot b},$$

β - постійна зворотного потоку для черв'яка з перемінною глибиною гвинтового каналу:

$$\beta = \frac{\pi \cdot t - (t - \lambda \cdot e)}{12 \cdot L_i \cdot (a + t^2 \cdot b)},$$

γ - постійна протитоку для черв'яка з перемінною глибиною гвинтового каналу:

$$\gamma = \frac{\pi \cdot D \cdot \delta^3 \cdot t^2}{10 \cdot e \cdot L_i \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 + t^2}},$$

де σ - коефіцієнт залежний від геометричних розмірів черв'яка:

$$\sigma = 1 - \frac{6,9 \cdot D}{2 \cdot (h_i - h_2)} \cdot \lg \frac{h_i}{h_2} + \frac{D^2}{2 \cdot h_i \cdot h_2},$$

b - коефіцієнт, розрахований за формулою:

$$b = \frac{2,3}{(h_i - h_2) \cdot D^3} \cdot \lg \frac{h_i \cdot (D + d_2)}{h_2 \cdot (D + d_1)} + \frac{2 \cdot h_i \cdot h_2 + (h_i - h_2) \cdot D}{2 \cdot D^2 \cdot h_i^2 \cdot h_2^2},$$

a - коефіцієнт, розрахований за формулою:

$$a = \frac{\pi^2}{h_i \cdot h_2} \cdot \left(\frac{D \cdot (h_i + h_2)}{2 \cdot h_i \cdot h_2} - 1 \right),$$

де h_1 - глибина гвинтового каналу в зоні завантаження; см

h_n - глибина гвинтового каналу на початку зони дозування; см

h_2 - глибина гвинтового каналу на кінці черв'яка; см

L_n - довжина зони дозування; см

D - зовнішній діаметр черв'яка; см

d_1 - діаметр сердечника в зоні дозування; см

d_2 - діаметр сердечника на кінці черв'яка; см

e - ширина гребеня витка черв'яка; см

δ - зазор між черв'яком і гільзою; см

Підставивши у вище приведені рівняння значення величин , обчислимо значення продуктивності черв'ячної машини по зоні дозування з урахуванням

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВПЛИВУ ГОЛОВКИ :

$$a = \frac{3,14^2}{0,53 \cdot 0,35} \cdot \left(\frac{4,5 \cdot (0,53 + 0,35)}{2 \cdot 0,53 \cdot 0,35} - 1 \right) = 646 \frac{1}{\text{см}^2}.$$

$$b = \frac{2,3}{(0,53 - 0,35) \cdot 4,5^3} \cdot \lg \frac{0,53 \cdot (4,5 + 5,6)}{0,35 \cdot (4,5 + 5,3)} + \frac{2 \cdot 0,53 \cdot 0,35 + (0,53 + 0,35) \cdot 4,5}{2 \cdot 4,5^2 \cdot 0,53^2 \cdot 0,35^2} = 2,46 \frac{1}{\text{см}^4}.$$

$$\sigma = 1 - \frac{6,9 \cdot 4,5}{2 \cdot (0,53 - 0,35)} \cdot \lg \frac{0,53}{0,35} + \frac{4,5^2}{2 \cdot 0,53 \cdot 0,35} = 96,3.$$

$$\alpha = \frac{3,14^3 \cdot (4,5 - 2 \cdot 0,5) \cdot 96,3}{646 + 4,5^2 \cdot 2,46} = 22,6 \text{ см}^2.$$

$$\beta = \frac{3,14 \cdot 4,5 - (4,5 - 2 \cdot 0,5)}{12 \cdot 76 \cdot (646 + 4,5^2 \cdot 2,46)} = 0,15 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3.$$

$$\gamma = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 0,015^3 \cdot 6,5^2}{10 \cdot 0,5 \cdot 76 \cdot \sqrt{3,14^2 \cdot 6,5^2 + 4,5^2}} = 0,357 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3.$$

$$Q = \frac{22,6 \cdot 0,0199 \cdot 150}{0,0199 + 0,15 \cdot 10^{-3} + 0,357 \cdot 10^{-6}} = 3435,5 \frac{\text{см}^3}{\text{хв}} = 48,5 \frac{\text{кг}}{\text{год}}.$$

1.4. Тепловий розрахунок

Мета: визначити кількість тепла, яку необхідно підвести електронагрівачами.

Переробка поліетилену на черв'ячних машинах супроводжується складними тепловими процесами. [4]

Проте через відсутність надійних експериментальних досліджень теплових процесів у черв'ячних машинах і установках не можна скласти закінченої і докладної методики розрахунків теплових процесів і режимів, тому розглянемо тільки деякі питання теплообміну в черв'ячних машинах.

Вихідні дані:

Потужність встановленого електродвигуна $N = 12,26 \text{ кВт}$

Початкова температура матеріалу $t_{\text{поч}} = 12 \text{ }^\circ\text{C}$

Кінцева температура матеріалу $t_k = 190 \text{ }^\circ\text{C}$

Тепловий баланс черв'ячної машини можна представити як:

$$Q_N + Q_N = G_M \cdot C_M \cdot (t_k - t_{\text{поч}}) + Q_{\text{пот}}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Q_N - енергія що виділяється при вживанні потужності,

$$Q_N = N \cdot \eta_1 \cdot \eta_2,$$

$\eta_1=0.6$ - ККД приводу машини,

$\eta_2=0.9$ - ККД електродвигуна,

$$Q_N = 12,26 \cdot 0.6 \cdot 0.9 = 6.62 \text{ кВт},$$

де Q_{N1} - кількість тепла, що підводиться до корпусу електронагрівачами,

$G_M=45$ кг/год= $45/3600=0,0125$ кг/с - продуктивність черв'ячної машини по переробці поліетилену,

$C_M=3,5$ кДж/(кг $^{\circ}\text{C}$) - теплоємність поліетилену,

$t_k=190^{\circ}\text{C}$ - температура до котрої потрібно нагріти матеріал,

$t_{\text{поч}}=12^{\circ}\text{C}$ - температура з який матеріал надходить у машину,

$Q_{\text{втр}}$ - втрати тепла в навколишнє середовище,

$$Q_{\text{втр}} = Q_K + Q_{\text{випр}},$$

де Q - утрати тепла в навколишнє середовище конвекцією,

$$Q_K = \alpha_K \cdot F \cdot (t_{\text{кож}} - t_{\text{пов}}),$$

$Q_{\text{випр}}$ - втрати тепла в навколишнє середовище випромінюванням,

$$Q_{\text{випр}} = 5.67 \cdot E \cdot F \cdot \left(\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right),$$

де $t_{\text{кож}}=45^{\circ}\text{C}$ - температура поверхні кожуха машини,

$t_{\text{пов}}=20^{\circ}\text{C}$ - температура навколишнього повітря,

$T_1=318\text{K}$ - абсолютна температура поверхні кожуха,

$T_2=293\text{K}$ - абсолютна температура навколишнього повітря,

F - теплообмінна поверхня машини,

$$F = h \cdot l = 0,135 \cdot 0,9 = 0,12 \text{ м}^2$$

$E=0.72$ - ступінь чорноти, для сталі,

α_K - коефіцієнт тепловіддачі від стінки корпусу черв'ячної машини в навколишнє середовище конвекцією,

$$\alpha_K = Nu \cdot \frac{\lambda}{h},$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Nu - критерій Нуссельта,

$h = 0,135$ м – висота теплообмінної поверхні,

$l = 0,9$ м – довжина теплообмінної поверхні

$\lambda = 2.33 \cdot 10^{-2}$ Вт/(м·ч·град),

Критерій Нуссельта визначаємо з рівняння:

$$Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)^n,$$

де Gr - критерій Грасгофа,

$$Gr = \frac{g \cdot h^3 \cdot \beta \cdot \Delta t}{\nu^2},$$

β - коефіцієнт об'ємного розширення,

$$\beta = \frac{1}{273 + t_{cp}},$$

Pr=0.7 - критерій Прандтля,

$\nu = 16.48 \cdot 10^{-6}$ м/с² - коефіцієнт кінематичної в'язкості,

Визначимо значення розрахункової температури:

$$t_{cp} = \frac{t_{кож} + t_{пов}}{2} = \frac{45 + 20}{2} = 32.5^\circ\text{C},$$

$$\beta = \frac{1}{273 + 32.5} = 3.27 \cdot 10^{-3},$$

$$Gr = \frac{9.81 \cdot 0.135^3 \cdot 3.27 \cdot 10^{-3} \cdot (45 - 20)}{(16.48 \cdot 10^{-6})^2} = 7,265 \cdot 10^6,$$

$$Gr \cdot Pr = 7.27 \cdot 10^6 \cdot 0.7 = 5.089 \cdot 10^6,$$

Підставивши значення $C=0.54$ і $n=1/4$ у рівняння для визначення критерію Нуссельта, одержимо:

$$Nu = 0.54 \cdot (5.089 \cdot 10^6)^{\frac{1}{4}} = 196.04;$$

$$\alpha_k = 196.04 \cdot \frac{2.35 \cdot 10^{-2}}{0.135} = 34.13 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$Q_k = (34.13 \cdot 0,12 \cdot (45 - 20)) = 102.4 \text{ Вт},$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{випр} = 5,67 \cdot 0.6 \cdot 0,12 \cdot \left(\left(\frac{318}{100} \right)^4 - \left(\frac{293}{100} \right)^4 \right) = 11.66 Bm,$$

$$Q_{nom} = 102.4 + 11.66 = 114.06 Bm,$$

Кількість тепла, що необхідно підвести до машини електронагрівачами визначимо із рівняння :

$$Q_{N1} = G_M \cdot C_M \cdot (t_k - t_{ноч}) + Q_{nom} - Q_N,$$

$$Q_{N1} = 45 \cdot 3,5 \cdot (190 - 12) + 114,06 - 6,62 = 39,43 \text{ кВт.}$$

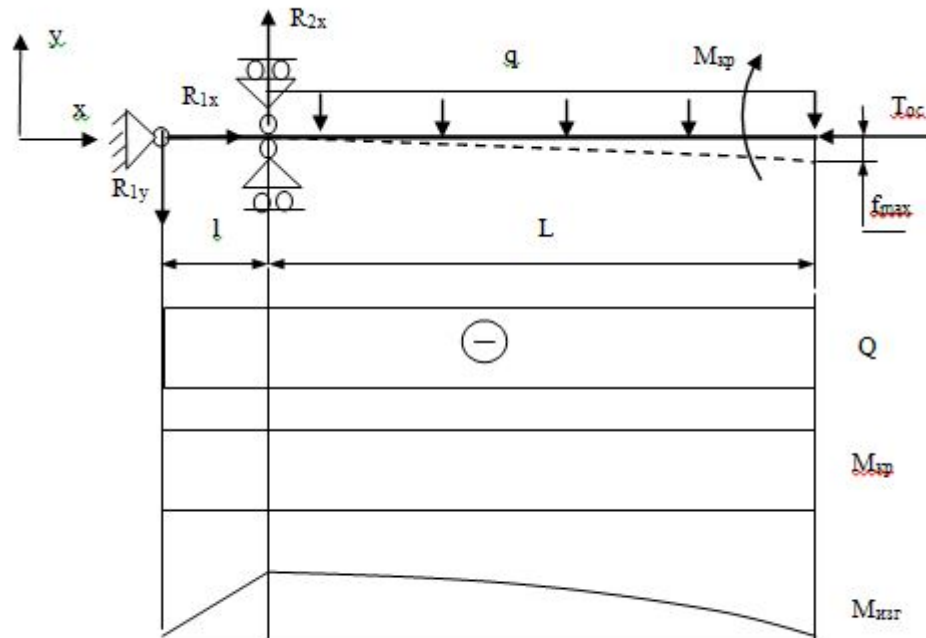
Для забезпечення нагрівання матеріалу до заданої температури і компенсації втрати тепла в оточуюче середовище в пресі встановлено 2 індукційних нагрівника.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Розрахунок на міцність

2.1. Розрахунок черв'яка на міцність

Розрахункова схема:



Мета: перевірити черв'як на міцність.

Характеристика шліцевого евольвентного зачеплення черв'яка:

Число шліців $z=24$;

Висота поверхні контакту шліців $h=0,0035$ м;

Довжина поверхні контакту шліців $l=0,04$ м;

Середній радіус поверхні контакту шліців:

$$r_{cp} = h \cdot z / 2;$$

$$r_{cp} = 0,0035 \cdot 24 / 2 = 0,042 \text{ м};$$

Коефіцієнт, що враховує нерівномірність напруг на зм'яття, що виникають у шліцевому з'єднанні, приймається рівним у межах від 0,7 до 0,8.[4]

Матеріал черв'яка – сталь 40ХН2МА, для якого границі текучості рівні:

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_T = 750 \text{ МПа},$$

$$\tau_T = 0,6\sigma_T, \tau_T = 450 \text{ МПа}.$$

Умовна допустима напруга на зм'яття $[\sigma]_{\text{см}} = 110 \text{ МПа}$.

Діаметр стержня черв'яка в небезпечному поперечному перетині, м:

$$d_3 = D - \Sigma h_3 ;$$

$$d_3 = 0,032 - 2 \cdot 0,0011 = 0,04 \text{ м} ;$$

Площа поперечного перетину черв'яка з витками, м^2 :

$$F_q = (\pi \cdot D^2) / 4 ;$$

$$F_q = (3,14 \cdot 0,045^2) / 4 = 14,04 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 ;$$

Площа сердечника черв'яка в небезпечному поперечному перетині, м^3 :

$$F_3 = \frac{\pi (d_3^2 - d_0^2)}{4} ;$$

$$F_3 = \frac{3,14(0,04^2 - 0,016^2)}{4} = 5,06 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

Момент опору сердечника черв'яка в небезпечному поперечному перетині, м^3 :

$$W_3 = (\pi / 16) \cdot d_3^3 \cdot \left[1 - \left(\frac{d_0}{d_3} \right)^4 \right] ;$$

$$W_3 = (3,14/16) \cdot 0,04^3 \cdot \left[1 - \left(\frac{0,016}{0,04} \right)^4 \right] = 4,87 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 ;$$

Момент, що крутить, на черв'яку, Н·м:

$$M_{кр} = \frac{P \cdot \eta_p}{2\pi n} ;$$

$$M_{кр} = \frac{50 \cdot 10^3 \cdot 0,9}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} = 2866 \text{ Н} \cdot \text{м} ;$$

Дотична напруга в небезпечному поперечному перетині сердечника черв'яка, МПа:

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau_{кр} = \frac{\mu_{кр}}{W_3};$$

$$\tau_{кр} = \frac{2866}{4.87 \cdot 10^{-6}} = 588.5 \text{ МПа};$$

Розрахункова границя міцності в небезпечному поперечному перетині сердечника черв'яка, МПа:

$$\sigma = \frac{P \cdot F_u}{F_3};$$

$$\sigma = \frac{50 \cdot 14.04 \cdot 10^{-4}}{5.06 \cdot 10^{-4}} = 138.7 \text{ МПа};$$

Запаси міцності:

$$n_\tau = \tau_T / \tau_{кр}; \quad n_\tau = 450 / 588.5 = 0.76;$$

$$n_\sigma = \sigma_T / \sigma; \quad n_\sigma = 750 / 79.45 = 9.44;$$

$$n_T = \frac{n_\sigma \cdot n_\tau}{\sqrt{n_\tau^2 + n_\sigma^2}};$$

$$n_T = \frac{9.44 \cdot 0.76}{\sqrt{9.44^2 + 0.76^2}} = 0.76;$$

Визначення приведенного напруження в небезпечному перерізі:

$$\sigma_{пр} = \sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2} \leq [\sigma], \quad (5.1)$$

де $[\sigma] = 0.8 \cdot \sigma_T$ - допустиме напруження по границі текучості;
 $\sigma_T = 750 \text{ МПа}$ - границя текучості для сталі 40ХН2МА.

Таким чином $[\sigma] = 0.8 \cdot 750 = 600 \text{ МПа}$.

Підставляючи чисельні значення в формулу (5.1) одержимо:

$$\sigma_{пр} = \sqrt{138.7^2 + 4 \cdot 0.76^2} = 6.32 \cdot 10^{-3} \text{ МПа},$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{np} = 6.32 \cdot 10^{-3} \text{ МПа} < [\sigma] = 600 \text{ МПа}.$$

Перевірка шлицьового з'єднання черв'яка на зм'яття.

Напруга на зм'яття, МПа:

$$\sigma = \frac{\mu_{кр}}{z \cdot h \cdot l \cdot r_{cp} \cdot \phi};$$

$$\sigma = \frac{2866}{24 \cdot 0,0035 \cdot 0,04 \cdot 0,042 \cdot 0,7} = 29 \text{ МПа};$$

$$\sigma = 29 \text{ МПа} < [\sigma]_{см}$$

Запас міцності черв'яка забезпечується. Для забезпечення теплових режимів був взятий достатньо великий запас міцності.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Розрахунок корпусу

Мета: визначити мінімальну товщину стінки корпусу, яка задовольняє умову міцності.

Вихідні дані:

- Внутрішній тиск екструдера P , МПа	35
- Допустиме напруження для Сталі 38Х2МЮА $[\sigma]$, Мпа	580
- Внутрішній діаметр корпусу D , м	0,045
- Технологічна прибавка C_3 , м	0,0003
- Швидкість корозії ϑ , м/рік	0,0001
- Термін використання τ , років	13,5

Корпус машини черв'ячної – циліндр, який навантажений внутрішнім тиском P .

Розрахункова товщина стінки:

$$S_r = \frac{P_r D}{2[\sigma] - P_r} = \frac{35 \cdot 10^6 \cdot 0,045}{2 \cdot 580 \cdot 10^6 - 1 - 35 \cdot 10^6} = 0,001 \text{ м},$$

$$S = S_r + C_1 + C_2 + C_3 = 0,001 + 0,00135 + 0,00005 + 0,0003 = 0,0027 \text{ м}.$$

Приймаємо товщину стінки $S = 0,005 \text{ м}$.

де C_1 - прибавка на компенсацію корозії; C_2 -прибавка на компенсацію мінусового допуску до товщини листа:

$$C_1 = \vartheta \tau = 0,0001 \cdot 13,5 = 0,00135 \text{ м},$$

$$C_2 = 0,05S = 0,05 \cdot 0,001 = 0,00005.$$

Допустимий внутрішній надлишковий тиск, МПа:

$$[P] = \frac{2[\sigma]\varphi(S-C)}{D+S-C} = \frac{2 \cdot 580 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot (0,005 - 0,00187)}{0,045 + 0,005 - 0,00187} = 95 \cdot 10^6 \text{ Па} = 95 \text{ МПа}.$$

Умова міцності корпусу виконується:

$$P < [P], \quad 35 \text{ МПа} < 95 \text{ МПа}.$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Було проведено розрахунки основних деталей та елементів екструдера.

Виконано розрахунки основних параметрів екструдера, при яких визначено геометрію черв'яка, корпусу, потужність приводу, продуктивність машини по зоні дозування. Проведені розрахунки: кінематичні і міцнісні, які забезпечують працездатність і надійність конструкції.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

4. Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей. Д.Д. Рябинин, Ю.Е. Лукач. — М.: Машиностроение, 1972.—268 с.

5. І.В. Коваленко, В.В. Малиновський Розрахунки основних процесів, машин і апаратів хімічних виробництв — К.: Норіта-Плюс, 2007

6. Л.Б. Радченко Переробка термопластів методом екструзії. — К.: Київ, 1999.-219с.

7. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: Учеб. пособие для студентов втузов / М. Ф. Михалев, Н. П. Третьяков, А. И. Мильченко, В. В. Зобнин. Под общ. ред. М. Ф. Михалева. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. – 301 с., ил.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Технологія машинобудування

1.1 .Опис та призначення фланця

Метою розділу проекту є розробка технологічного процесу виготовлення деталі – фланець і проектування оснастки (пристрою) для одної з операцій виготовлення деталі. [9 , 5]

В процесі виконання роботи вирішуються такі завдання, як: розробка технології виготовлення деталі „фланець”, в яку входить вибір методу отримання заготовки, вибір устаткування і інструментів для кожної операції.

Фланець (рис 1.2) з'єднує корпус циліндра, в якому розміщений черв'як, з завантажувальною воронкою преса. Фланець сприймає зусилля від тиску, який виникає в зоні завантаження, і передає ці сили на корпус. Фланець працює в умовах підвищених температур. Деталь є відповідальною і напруженою. Дефекти внутрішні і зовнішні не допускаються.

Матеріал деталі має достатню пластичність для обробки тиском. Заготовка за формою та розмірами близька до форми та розмірів готової деталі, а це є ознакою технологічності.

Матеріал деталі сталь 45 добре піддається різанню з використанням стандартних ріжучих матеріалів (твердий сплав, швидкоріжуча сталь). Всі поверхні деталі доступні для ріжучого інструменту. Ступені поверхонь обертання зменшуються в одному напрямку, - це технологічно.

В іншому деталь складається з уніфікованих конструкційних елементів оптимального ступеню точності та шорсткості поверхні, що дозволяє використовувати високопродуктивне обладнання та стандартну оснастку при добрих технологічних базах.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Технологічний процес виготовлення деталі

Процес виготовлення фланця наводимо в маршрутній карті та операційних картах. Схема базування заготовки і типу установочних елементів визначенні технологом.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Вибір пристосування

Розглянемо пристосування для токарних станків, передбачаючи токарні операції.

В серійному виробництві задача підвищення виробництва и полегшення праці робочих являється головною, тому пристосування мусить бути швидкодіючим, тобто максимально оснащеними механізованими силовими приводами, а в ряду випадків напівавтоматичними.

Наряду з цим в серійному виробництві до конструкцій пристосувань представляється ряд додаткових вимог, що витікають із специфіки даного виробництва:

1) скорочення термінів та собівартості підготовки виробництва, що в умовах великої номенклатури та частоті зміни об'єктів виробництва має вирішальне значення;

2) скорочення часу на переналагодження устаткування, що дуже важливо при впровадженні групових технологічних процесів і організації групових потоків у серійному машинобудуванні;

3) економічність пристосувань.

Найбільшою мірою зазначеним вимогам відповідають переналагоджувані (групові та універсальні) і універсально-збірні (система УСП) пристосування, а також спеціалізовані налагоджувальні пристосування (система СНП).

У середньо-серійному виробництві широко застосовуються швидкодіючі спеціалізовані і спеціальні пристрої з пневмо і гідроприводом.

Задовольняючи умовами даного завдання, вибираємо пристосуванням для токарного процесу виготовлення . Кондуктор оснащений швидкодіючим пневматичним діафрагменним приводом і трьома прихватами.

\

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1 Опис конструкції і принципу роботи

Для свердління отворів $\varnothing 18$ мм в торцях фланця розроблено універсальний кондуктор оснащений швидкодіючим пневматичним діафрагменним приводом.(рис 1.3)

Стиснене повітря, що необхідне для роботи цього кондуктора, надходить під тиском ($P = 4 \text{ кг/см}^2$) від цехової мережі у верхню порожнину пневмопривода. При цьому шток 3 рухається вниз (див. креслення кондуктора), і опускає станину 4 пневмоприводу, до якої приєднані затискні лапи 7, які з допомогою плити 2 притискають деталь до корпусу 1 кондуктора, – відбувається закріплення оброблюваної деталі. При русі штока 3 вниз відбувається стискання пружин 9. Після закінчення процесу свердління, тиск повітря в робочій порожнині пневмопривода знижується до 0. При цьому, під дією стиснутих пружин 9, направляючий шток 3 рухається вгору, звільняючи деталь. При закріпленні нової деталі цикл повторюється.

Пристрій для обробки, у якому виконується свердління восьми отворів $\varnothing 8$ та зенкерування восьми отворів $\varnothing 22$ – кондуктор для свердління [3], на кресленні ЛП51.027245.004-70СБ зображено його конструкцію.

Свердління отворів з використанням кондуктора зазвичай застосовують при масовому виготовленні однакових деталей. Кондуктор - це шаблон з відповідними отворами, який накладають на оброблювану заготовку і міцно скріплюють з нею. Використовується в машинобудуванні для спрощення процесу обробки деталі. Заготовку разом з кондуктором встановлюють на столі верстата і, використовуючи отвори кондуктора як напрямні для свердла, свердлять звичайним способом. Завдяки тому, що свердло направляється сталевими загартованими втулками кондуктора, точність роботи значно підвищується.

Кондуктор складається із станини 1, на якій за допомогою болтів 9 змонтовано палець 2, на якому базується деталь 3. Кондукторна плита 4, що містить швидкознімні втулки 6, встановлюється зверху деталі,

базуючись по шпильці 4. Притискання відбувається за допомогою гайки 8.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

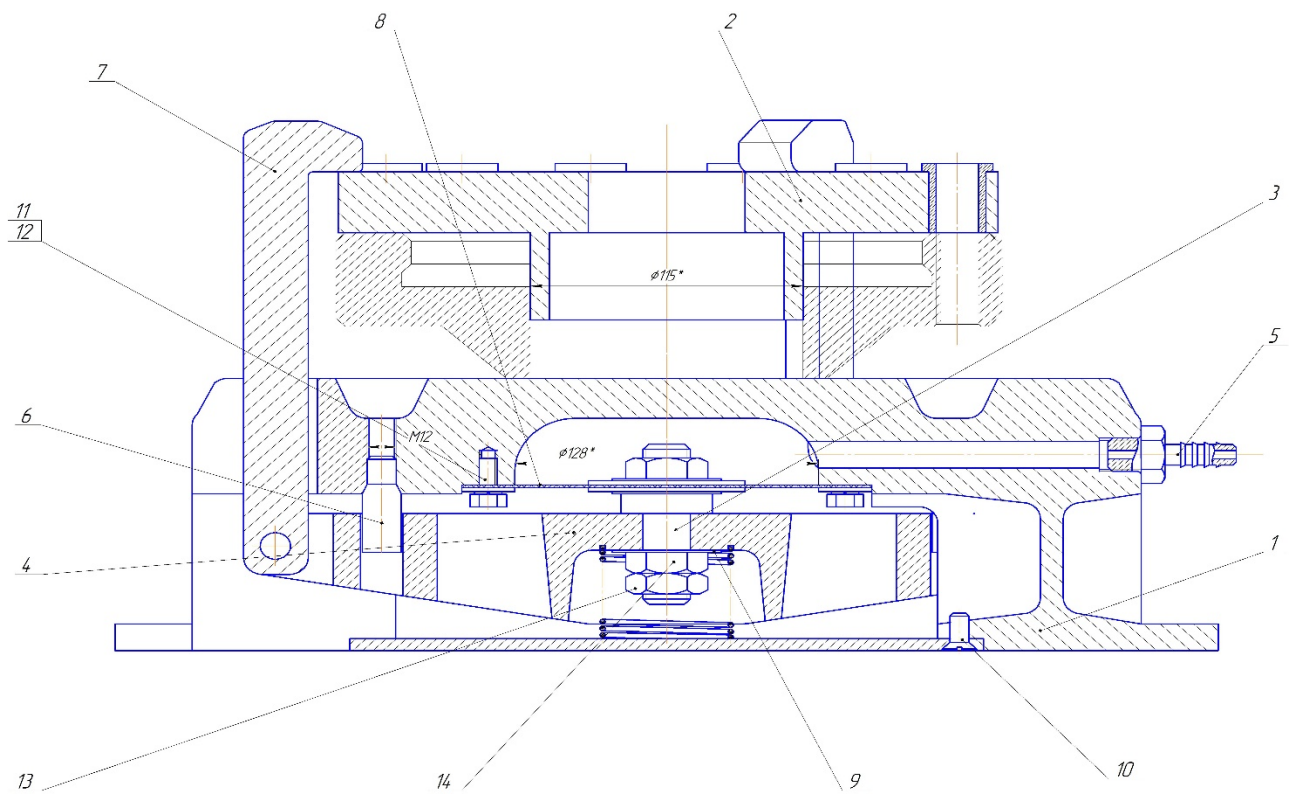


Рисунок 1.2. Кондуктор оснащений швидкодіючим пневматичним діафрагменним приводом і трьома прихватами.

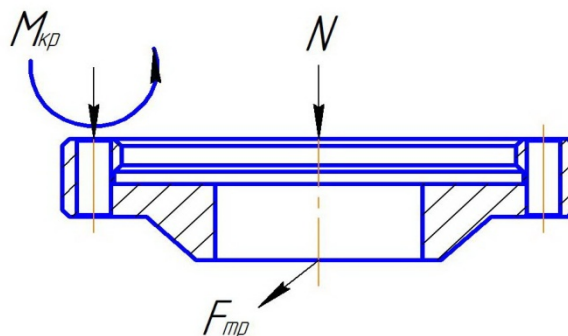
2.2 Розрахунок сил закріплення у пристосуванні

У процесі обробки на заготовку з боку ріжучого інструменту діють сили різання, які прагнуть зрушити її з установочних елементів. Для того, аби цього не відбулося, заготовку необхідно закріпити.

У випадку розсвердлювання отвору у кондукторі (Рис. 3.3), який розглядається, величина сили затискання визначається із рівності:

$$Q = \frac{M_{кр}}{f \cdot r},$$

де $M_{кр}$ - крутний момент свердла;
 f - коефіцієнт тертя на робочих поверхнях.



						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок. А.3 Схема сил, що діють у пристрої

Для забезпечення надійності, силу затискання додатково збільшують на величину коефіцієнту запасу K , тоді формула для знаходження сили затискання набуває остаточного вигляду:

$$Q = \frac{K \cdot M_{кр}}{f \cdot r}.$$

Обертаючий момент $M_{кр}$:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

де коефіцієнти $C_M = 0,0345$, $q=2$, $y=0,8$;

$S = 0,15$ мм/об - подача свердла;

K_p - коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, у даному випадку залежить лише від матеріалу оброблюваної заготовки і визначається як:

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n.$$

$$K_p = \left(\frac{600}{750} \right)^{\frac{0,75}{0,35}} = 0,62.$$

Остаточню:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,62 = 3 \text{ Нм};$$

Коефіцієнт запасу K :

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

де $K_0 = 1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу для усіх пристроїв;

$K_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні оброблюваної заготовки;

$K_2 = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив сил різання від прогресуючого затуплення інструменту;

$K_3 = 1$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні;

$K_4 = 1,5$ – коефіцієнт, що враховує сталість сили затиску, яка створюється приводом пристосування;

$K_5 = 1$ - коефіцієнт, що враховує зручність розташування рукояток у затискному пристрої;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_6 = 1$ коефіцієнт, що враховує наявність моментів, які намагаються повернути заготовку.

Значення коефіцієнта запасу:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 = 2,7.$$

Підставляючи отримані значення у формулу для визначення сили затискання заготовки у пристосуванні (кондуктор для свердління):

$$Q = \frac{2,7 \cdot 3}{0,25 \cdot 0,140} = 231 \text{ Н},$$

де $r = 0,140 \text{ м}$ - відстань від точки прикладання сили затискання до місця свердління;

$f = 0,25$ - коефіцієнт тертя для гладких поверхонь.

Приймаємо силу затиску не меншу, ніж $Q = 25 \text{ кН}$.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В розділі технологія машинобудування було розроблено технологічний процес виготовлення деталі – фланця і вибрано пристосування для однієї з операцій виготовлення деталі.

У процесі виконання роботи вирішено такі завдання, як: розробка технології виготовлення деталі „Фланець”, в яку входить вибір методу отримання заготовки, вибір устаткування і інструментів для всіх операцій.

В процесі зроблено креслення пристосування «Кондуктор оснащений швидкодіючим пневматичним діафрагменним приводом і трьома прихватами» розроблено операційні карти та

маршрутну карту і специфікації. За допомогою пристосування зменшиться час налагодження устаткування та як наслідок скоротяться терміни і собівартість підготовки виробництва.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список літератури, використаної у розділі

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
3. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. Изд. 2-е, перераб. и доп. Учеб. пособие для техникумів. М., "Выш. школа", 1974. – 263с.
4. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов]. – 4-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Выш. школа, 1983. – 256 с.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломного бакалаврського проекту на тему: «Агрегат гранулюючий з модернізацією екструдера» отримано наступні результати розробки і проектування черв'ячного пресу.

Вивчено принципи роботи і конструкції екструдера.

Проаналізовано технічні параметри і характеристики екструдерів; визначено їх технічні переваги і деякі недоліки.

На основі виконаних патентних досліджень було модернізовано головний робочий орган екструдера, а саме – черв'як.

Виконано розрахунки основних параметрів екструдера, при яких було визначено геометрію робочого органу, розраховано корпус. Проведені розрахунки: кінематичні і міцнісні, які забезпечують працездатність і надійність конструкції.

У даному бакалаврському дипломному проекті в пояснювальній записці виконані розділи охорона праці, та технології машинобудування.

Література

1. Б. М. Базаров. Основы технологии машиностроения. - М.:Машиностроение, 2005.
2. А. Ф. Горбачев, В.А. Шкред. Курсовое проектирование по технологии машиностроения
3. М. А. Ансеров. Приспособления для металообработочных станков. – Л.: Машиностроение, 1975. - М.: Машиностроение, 2007
4. Добрянський С.С. Методичні вказівки до виконання курсової роботи (проєкту) з дисципліни “Технологія машинобудування”. К., 2002 р. 80 стор.
5. В.Ю. Щербина, Конструкторське проектування обладнання. Конспект лекцій [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2018. 83с.
URL:<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25669>

ДОДАТОК А

ДОДАТОК Б

Черв'ячний екструдер

Берук Д.Ю., студентка ,Сівецький В.І.,к.т.н.,доцент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,м.Київ

В зоні дозування екструдера по меншій мірі одну ділянку робочого каналу запропоновано оснащувати додатковими обертовими елементами, при цьому обертові елементи для покращення збільшення ефективності.

Для підвищення гомогенізуючої ефективності черв'яки екструдерів оснащуються різноманітними змішуючими елементами [1-3] для забезпечення високої якості одержуваної продукції.

В [2] запропоновано у гвинтовому каналі встановити додаткові обертові елементи розташовані в межах нарізки черв'яка, при цьому обертові елементи виконані поздовжніми з циліндричними кінцевими ділянками, розміщеними в пазах гребенів сусідніх витків нарізки черв'яка. У запропонованому варіанті виконання екструдера середня частина щонайменше одного обертового елемента виконана з поперечним перерізом, відмінним від круглого.

Черв'ячний екструдер (рис. 1) містить порожнистий корпус 1, розміщений у його порожнині з можливістю обертання черв'як 2, що утворює з порожниною корпусу 1 робочий канал 3 із 55 щонайменше однією ділянкою 4 з розміщеними між черв'яком 2 і корпусом 1 обертовими елементами 5, при цьому кожен ділянку 4 розташовано в межах нарізки черв'яка 2, а обертові елементи 5 виконані поздовжніми з циліндричними кінцевими ділянками 6 і 7, розміщеними в пазах 8 гребенів 9 сусідніх витків нарізки черв'яка 2 .

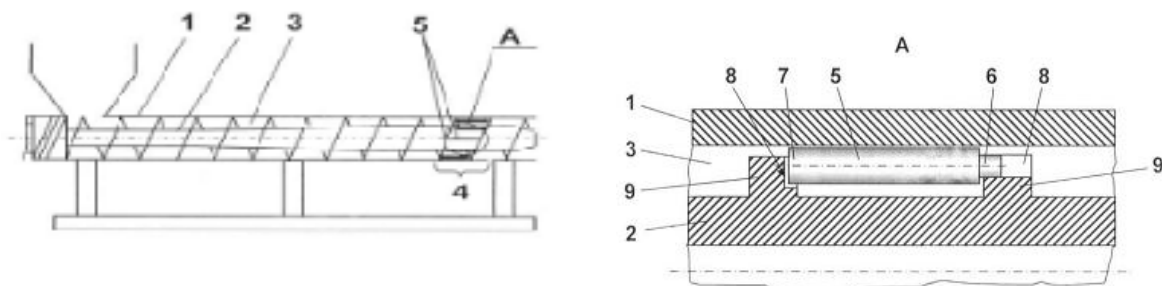


Рис.1- Черв'ячний екструдер

Використання пропонованої корисної моделі підвищує ефективність черв'ячного екструдера та забезпечує високу якість одержуваної продукції.

Література

1. Патент №98878 Україна , МПК В29С 47/36 (2006.01) В30В 9/14 (2006.01) . ЧЕРВ'ЯЧНИЙ ЕКСТРУДЕР
2. Патент №54020 Україна , МПК (2009) В29С 47/38 В29С 47/58. ЧЕРВ'ЯЧНИЙ ЕКСТРУДЕР
3. Патент № 53479 Україна , МПК В29В 7/00. ЧЕРВ'ЯК ЕКСТРУДЕРА